

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-311276  
 (43)Date of publication of application : 23.10.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/13

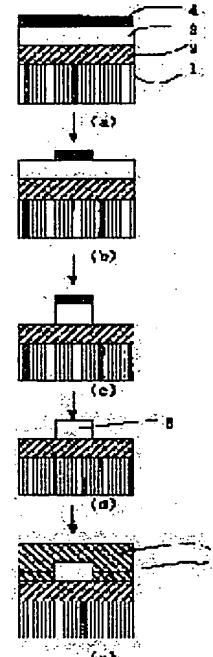
(21)Application number : 2001-121398  
 (22)Date of filing : 19.04.2001

(71)Applicant : CENTRAL GLASS CO LTD  
 (72)Inventor : KOBAYASHI SOICHI  
 MOROI NAGAHIRO  
 NANAI HIDEKOSHI  
 YAMAMOTO YUJI  
 SAKAGUCHI SHIGEKI

## (54) METHOD FOR FORMING RESIN OPTICAL WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a means for forming a resin optical waveguide low in loss and excellent in optical characteristics in high yield.  
**SOLUTION:** In the ridge optical waveguide production for filming a lower clad layer 2, a core layer 3 and a mask layer 4 on a substrate 1, forming a core as an optical waveguide pattern and embedding it in an upper clad layer 6, the upper clad layer 6 is formed by repeating the application and burning of upper clad materials plural times until filling a core height. Thus an embedding defect in an extremely narrow gap area and the deformation of fine waveguide patterns are prevented, thereby producing the resin optical waveguide improved in waveguide characteristics.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.08.2004  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.07.2005  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-311276

(P2002-311276A)

(43)公開日 平成14年10月23日 (2002.10.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/13

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

テ-マコ-ト(参考)

M 2 H 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願2001-121398(P2001-121398)

(22)出願日

平成13年4月19日 (2001.4.19)

(71)出願人 000002200

セントラル硝子株式会社

山口県宇部市大宇沖宇部5253番地

(72)発明者 小林 壮一

北海道千歳市末広8-9-3-208

(72)発明者 諸井 長広

埼玉県川越市今福中台2805番地 セントラル硝子株式会社化学研究所内

(74)代理人 100108671

弁理士 西 義之

最終頁に続く

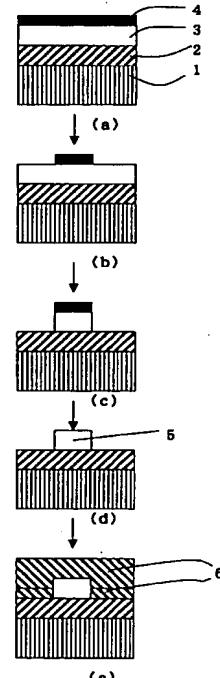
(54)【発明の名称】樹脂光導波路の作製方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】低損失で、光学特性に優れた樹脂光導波路の形成と歩留まり向上の手段を提供する。

【解決手段】基板1上に下部クラッド層2とコア層3とマスク層4を製膜して、光導波路パターン通りにコア5を形成し、上部クラッド層6で埋め込むリッジ法光導波路作製において、コア高さを埋めるまで上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返して上部クラッド層6を形成する。

【効果】極めて狭いギャップ領域での埋め込み不良および微細な導波路パターンの変形を防止し、導波特性の向上した、樹脂製光導波路の製造法を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リッジ法導波路作製において、上部クラッド形成の際、上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返すことにより上部クラッド層を形成することを特徴とする樹脂光導波路の作製方法。

【請求項2】 上部クラッド材の1回目の塗布、焼成により得られる膜厚が、コア層の高さよりも薄いことを特徴とする請求項1に記載した樹脂光導波路の作製方法。

【請求項3】 導波路用樹脂材料がフッ素化ポリイミド樹脂、フッ素化アクリル樹脂、シリコン樹脂、シロキサン樹脂のいずれかであることを特徴とする請求項1に記載した樹脂光導波路の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、低損失で、光学特性に優れた樹脂光導波路の作製法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 情報通信システムの基盤技術として光通信技術が浸透していくにつれて光導波路は、光ネットワーク用キーデバイスとして益々その重要性が高まると同時に、電子回路配線基板等の分野への応用に向けて開発が進められている。光導波路デバイスの普及には低価格化と量産化が要望されており、樹脂製光導波路がその有力な候補として開発されている。

【0003】 従来、樹脂導波路の作製方法として、シリカガラス材料で作製される光導波路と同様な方法、即ち、シリコン等の基板上に下部クラッド層、コア層を成膜し、フォトリソグラフィと反応性イオンエッチング（RIE: Reactive Ion Etching）の技法によりリッジ導波路パターンを形成し、さらに上部クラッドを形成して導波路を埋め込む方法（以下リッジ法と言う）がある。

【0004】 導波路用の樹脂材料としては、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリカーボネイト樹脂、シロキサン樹脂、ポリイミド樹脂等が用いられ、近赤外の光通信波長帯域である1.3～1.5ミクロン帯での透明性を確保するために、C-H結合をC-D結合やC-F結合に置換した樹脂材料が用いられている。なかでも、フッ素化ポリイミド樹脂は、近赤外領域での透過特性がすぐれしており、そのうえ、最も耐熱性が高く、強度も確保できるところから、樹脂導波路用の材料としては最も適している。

【0005】 しかしながら、上記樹脂材料を用いたリッジ法による導波路作製においては、埋め込み工程での埋め込み不良等による欠陥のため、光学特性の低下、歩留まりの低下が生じていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 光導波路の作製方法において、上に述べたリッジ法導波路を形成してこれを埋め込む方法では、通常フォトリソグラフィ技法によって

導波路パターンを形成するため、極めて精度の高い導波路パターンが形成できる利点がある。しかしながら、後で述べるように、技術的課題も多く、特に埋め込み工程での技術課題が大きい。

【0007】 光導波路の基本パターンには、1本の導波路をY字状に二つに分岐するY分岐、二つの光導波路を近接させて光信号の相互作用を引き起こす方向性結合器等がある。Y分岐では、2本の導波路の分岐角度が1～2度程度と小さいため分岐部分に極めて幅の狭いギャップが形成される。同様に、方向性結合器では2本の光導波路を1～3ミクロンの極めて狭いギャップで近接させる必要がある。

【0008】 リッジ法で形成された光導波路は上部クラッド用の樹脂層を形成する際、Y分岐部で形成されるような狭いギャップ部が完全に埋め込まれないことが多く、泡を取り込むなどしてY分岐での過剰損失発生の原因になっていた。また、方向性結合器においても、ギャップ部が完全に埋め込まれず、泡を取り込むなどして散乱要因となる欠陥が発生する場合があった。さらに、上部クラッド形成時の発生応力により、極めて狭いギャップ部分の導波路パターンが変形してしまい、欠陥が発生する場合があった。

【0009】 このように、リッジ法導波路では、埋め込み工程において極めて狭いギャップ領域で、埋め込み不良等による欠陥が発生しやすく、過剰損失の発生による損失特性の劣化や、歩留まり低下を引き起こす等の問題があり、製造方法の改善が望まれていた。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、リッジ法導波路作製において、上部クラッド形成を複数回繰り返すことにより、極めて狭いギャップ領域での埋め込み不良および導波路パターンの変形を防止し、導波路の導波特性の向上、歩留まりの向上を計るものである。

【0011】 すなわち、本発明は、パターニングされたコア層の上部クラッド形成の際、上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返す工程を含み、コア高さを埋め込むまで上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返すことにより、極めて狭いギャップ領域での泡の取り込みおよび導波路パターンの変形を防止することにより、低損失で、光学特性に優れた樹脂光導波路を作製することを可能とするものであり、さらに、導波路用樹脂材料がフッ素化ポリイミド樹脂、フッ素化アクリル樹脂、シリコン樹脂、シロキサン樹脂のいずれかであることを特徴とする樹脂光導波路の作製方法である。

## 【0012】

【発明の実施の形態】 図1は、本発明により、リッジ法樹脂光導波路の作製工程を説明する図である。樹脂光導波路は以下のようないくつかの工程で作製される。リッジ法においては、図1(a)では、シリコン等の基板1上に下部クラッド層2とコア層3とマスク層4が成膜され、図1

(b) では、このマスク層にフォトリソグラフィと反応性イオンエッティング (R I E : R e a c t i v e I o n E t c h i n g) の技法により光導波路パターンが形成される。図1 (c) では、R I E 技法により、マスク層と同様にパターン化されたコア形状が形成される。図1 (d) では、マスク層の除去をR I E および剥離液によって行い、形成したコア5を露出させる。図1 (e) では、上部クラッド層6を成膜して光導波路が作製されるものである。

【0013】上部クラッド層6の形成について、さらに詳しく説明する。すなわち、上部クラッド層6の形成においては、上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返し、特に、コア高さを埋めるまでの塗布、焼成を複数回実施することにより上部クラッド層を形成する。上部クラッド層の形成を複数回に分割することにより、1回の塗布、焼成により形成される膜厚が薄膜化し、導波路パターンへの泡の取り込みを防止することができる。さらに、上部クラッド形成を複数回に分割することにより、上部クラッド材の1回の塗布、焼成で発生する応力を低減することになり、微細な導波路パターンの変形を防止することができる。

【0014】なお、上述のように上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返すにあたり、1回目の塗布、焼成で得られる上部クラッドの膜厚をコア層の高さよりも薄くすることが必要である。コア層の高さより厚い場合には泡の取り込み防止が不十分であり、また、焼成によって発生する応力が大きく、微細な導波路パターンに変形が生じやすく良好な結果が得られない。すなわち、1回目の塗布、焼成で得られる上部クラッドの膜厚は、形成したコアの高さにもよるが、好ましくは5ミクロン以下、より好ましくは3ミクロン以下である。

【0015】上部クラッド材の塗布後の焼成条件としては、導波路用樹脂材料の熱分解温度以下であり、少なくとも塗布した上部クラッド材にタック性が無くなる温度／時間であれば良く、必ずしも上部クラッド材に含まれる溶剤を完全に除去する必要はない。ただし、上部クラッド材の最後の塗布後の焼成は、溶剤を完全に除去できる温度／時間であり、さらには導波路用樹脂材料の特性が十分発現される温度で実施することは言うまでもない。

【0016】塗布、焼成の繰り返し回数は形成したコアの高さにもよるが、製造工程に問題を生じさせない範囲であれば、その回数に制限はないが、20回以上では生産性が悪く、実質上量産製造には向きである。埋め込み性および生産性の双方を考慮すると、その回数は好ましくは10回以下であり、より好ましくは2～8回である。

【0017】このように、上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返すことにより、極めて狭いギャップ領域で発生する泡の取り込みによる埋め込み不良および微細

な導波路パターンの変形を防止することができる。

【0018】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0019】

【実施例】【実施例1】光導波路に用いた樹脂はフッ素化ポリイミドである。4インチシリコン基板上に屈折率が1.50（波長1.3ミクロンで測定した。以下同じ。）のフッ素化ポリイミド樹脂をスピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、下部クラッド層を15ミクロン成膜した。この下部クラッド層上に、コア層に対応するフッ素化ポリイミド樹脂を下部クラッド層と同様に塗布、焼成してコア層を8ミクロン成膜した。使用したコア層は屈折率が1.51であり、コアークラッドの比屈折率差は0.75%とした。このコア層上にマスク層としてシリコンをマグネトロンスパッタにより1.2ミクロンに成膜した。このマスク層上にはさらにレジスト層を成膜し、アライナを用いて光導波路パターンを

10 露光し、パターニングしたレジスト層を形成した。次にレジスト層に保護されていないマスク層のシリコンをRIE装置を用いて、CF<sub>4</sub>ガスを流入させながらエッティングした。引き続いてO<sub>2</sub>ガスを流入させてマスク層のシリコンに保護されていないコア層部分をエッティングにより除去し、長さ70mm、幅8ミクロン、高さ8ミクロンの分岐角度2度のY分岐コアパターンを形成した。次に、基板を希フッ酸に浸漬し、マスク層を除去した。さらに下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いて上部クラッド層を形成した。上部クラッド層形成においては、まず、スピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ3ミクロンの上部クラッド層を形成した（1回目）。引き続いて、15ミクロンの上部クラッド層を同様な操作を繰り返して形成した（2回目）。上部クラッド層は1回目、2回目を合わせ18ミクロンとした。

【0020】作製したY分岐導波路において、分岐部での泡の取り込みによる埋め込み不良および微細な導波路パターンの変形は認められず良好であった。また、1.40 3ミクロンの光を通して光損失を測定したところ、Y分岐部での過剰損失は理論値に近い1.6dBであり、Y分岐光導波路として好適なものが得られた。なお、マスク層としてAlやCrを用いた場合にも全く同様な結果が得られている。

【0021】【比較例1】上部クラッド層の形成以外は実施例1と同様におこなった。上部クラッド層形成においては、下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いてスピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ18ミクロンの上部クラッド層を形成した。このマスク層上にはさらにレジスト層を成膜し、アライナを用いて光導波路パターンを露光し、パターニングしたレジスト層を形成した。次にレジスト層に保護されていないマスク層のシリコンをRIE装置を用いて、CF<sub>4</sub>ガスを流入させながらエッティングした。引き続いてO<sub>2</sub>ガスを流入させてマスク層のシリコンに保護されていないコア層部分をエッティングにより除去し、長さ70mm、幅8ミクロン、高さ8ミクロンの分岐角度2度のY分岐コアパターンを形成した。次に、基板を希フッ酸に浸漬し、マスク層を除去した。さらに下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いて上部クラッド層を形成した。上部クラッド層形成においては、まず、スピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ3ミクロンの上部クラッド層を形成した（1回目）。引き続いて、15ミクロンの上部クラッド層を同様な操作を繰り返して形成した（2回目）。上部クラッド層は1回目、2回目を合わせ18ミクロンとした。

【0022】【比較例2】上部クラッド層の形成以外は実施例1と同様におこなった。上部クラッド層形成においては、下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いてスピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ18ミクロンの上部クラッド層を形成した。このマスク層上にはさらにレジスト層を成膜し、アライナを用いて光導波路パターンを露光し、パターニングしたレジスト層を形成した。次にレジスト層に保護されていないマスク層のシリコンをRIE装置を用いて、CF<sub>4</sub>ガスを流入させながらエッティングした。引き続いてO<sub>2</sub>ガスを流入させてマスク層のシリコンに保護されていないコア層部分をエッティングにより除去し、長さ70mm、幅8ミクロン、高さ8ミクロンの分岐角度2度のY分岐コアパターンを形成した。次に、基板を希フッ酸に浸漬し、マスク層を除去した。さらに下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いて上部クラッド層を形成した。上部クラッド層形成においては、まず、スピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ3ミクロンの上部クラッド層を形成した（1回目）。引き続いて、15ミクロンの上部クラッド層を同様な操作を繰り返して形成した（2回目）。上部クラッド層は1回目、2回目を合わせ18ミクロンとした。

【0023】【比較例3】上部クラッド層の形成以外は

50 実施例1と同様におこなった。上部クラッド層形成においては、下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いてスピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ18ミクロンの上部クラッド層を形成した。このマスク層上にはさらにレジスト層を成膜し、アライナを用いて光導波路パターンを露光し、パターニングしたレジスト層を形成した。次にレジスト層に保護されていないマスク層のシリコンをRIE装置を用いて、CF<sub>4</sub>ガスを流入させながらエッティングした。引き続いてO<sub>2</sub>ガスを流入させてマスク層のシリコンに保護されていないコア層部分をエッティングにより除去し、長さ70mm、幅8ミクロン、高さ8ミクロンの分岐角度2度のY分岐コアパターンを形成した。次に、基板を希フッ酸に浸漬し、マスク層を除去した。さらに下部クラッドと同種の屈折率1.50のフッ素化ポリイミド樹脂を用いて上部クラッド層を形成した。上部クラッド層形成においては、まず、スピンドルコート装置により塗布した後、不活性雰囲気に保持したオープンを用いて350℃で焼成して、厚さ3ミクロンの上部クラッド層を形成した（1回目）。引き続いて、15ミクロンの上部クラッド層を同様な操作を繰り返して形成した（2回目）。上部クラッド層は1回目、2回目を合わせ18ミクロンとした。

下層を1回の塗布、焼成により形成した。

【0022】作製したY分岐導波路において、分岐部での泡の取り込みによる埋め込み不良が認められ、微細な導波路パターンに変形も生じていた。また、1.3ミクロンの光を通して光損失を測定したところ、Y分岐部での過剰損失は3.3dBであり、Y分岐光導波路として不適であった。

【0023】

【発明の効果】リッジ導波路作製において、上部クラッド形成の際、上部クラッド材の塗布、焼成を複数回繰り返すことにより上部クラッド層を形成することで、極めて狭いギャップ領域での泡の取り込みによる埋め込み不良および微細な導波路パターンの変形を防止することが

でき、欠陥の発生が少なくなる。その結果、低損失で、光学特性に優れた樹脂光導波路が作製できる利点がある。

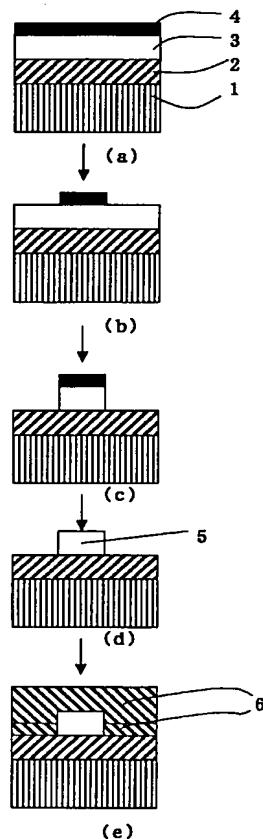
【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の実施例によるリッジ法による光導波路作製工程を示す図である。

【符号の説明】

1	シリコン等の基板
2	下部クラッド層
3	コア層
4	マスク層
5	コア層
6	上部クラッド層

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 七井 秀寿

埼玉県川越市今福中台2805番地 セントラ  
ル硝子株式会社化学研究所内

(72)発明者 山本 雄二

埼玉県川越市今福中台2805番地 セントラ  
ル硝子株式会社化学研究所内

(72)発明者 坂口 茂樹  
東京都千代田区神田錦町3丁目7-1 セ  
ントラル硝子株式会社本社内

Fターミ(参考) 2H047 KA04 PA02 PA21 PA24 PA28  
QA02 QA05 TA42